

## Aplicación de Control Estadístico de Procesos para mejorar la calidad de empacado de palta Hass en la empresa Fundo los Paltos S.A.C.

Stephany Fernanda Pérez Llontop<sup>1</sup>, Lourdes Esquivel Paredes<sup>1</sup>, Walter Estela Tamay<sup>1</sup>

### Resumen

**Objetivo.** Aplicar el Control Estadístico de Procesos para mejorar la calidad del empacado de palta Hass en la Empresa Fundo los Paltos S.A.C. **Materiales y métodos.** El estudio es aplicativo de categoría pre – experimental. La población y muestra estuvo formada por 7,200 y 374 cajas de palta Hass de la empresa Fundo los Paltos S.A.C. respectivamente, donde se empleó herramientas de calidad, como el diagrama de flujo, gráfico circular, diagrama de Pareto, cartas de control, los datos fueron procesados utilizando los software Excel y Minitab 15, así mismo se determinó los índices de capacidad de proceso para los parámetros de calidad del empacado; el Control Estadístico de Procesos se aplicó tanto en el pre test como pos test. **Resultados.** Finalmente el índice de capacidad de procesos aumento a 0.55 y se disminuyó el índice de productos defectuosos al 12.03%, logrando mejorar de calidad de empacado de palta Hass. **Conclusión.** Aplicando el control estadístico de procesos se logra mejorar la calidad de empacado de palta Hass en la empresa Fundo los Paltos S.A.C.

*Palabras clave:* Calidad, Control Estadístico, Variabilidad, Índice de capacidad de proceso.

## Application of Statistical Process Control to improve the quality of packing Hass avocado in Fundo los Paltos S.A.C. Company

### Abstract

**Objective.** Apply Statistical Process Control to improve the quality of Hass avocado packaging at Empresa Fundo los Paltos S.A.C. **Materials and methods.** The study is a pre - experimental application. The population and sample consisted of 7,200 and 374 boxes of avocado Hass from the company Fundo los Paltos S.A.C. Respectively, where quality tools such as flow chart, pie chart, Pareto diagram, control charts were used, data were processed using Excel and Minitab 15 software, as well as the process capability indexes for the Packing quality parameters; Statistical Process Control was applied in both the pretest and pos test. **Results.** Finally the index of process capacity increased to 0.55 and the index of defective products was reduced to 12.03%, achieving a better quality of Hass avocado packaging. **Conclusion.** Applying the statistical control of processes, it is possible to improve the quality of Hass avocado packaging in the Company Fundo los Paltos S.A.C.

*Keywords:* Quality, Statistical Control, variability, process capability index.

## Aplicação de controle estatístico de processos para melhorar a qualidade da embalagem de abacate Hass na empresa Fundo los Paltos S.A.C.

### Resumo

**Objetivo.** Aplicar Controle Estatístico de Processos para melhorar a qualidade da embalagem Hass Company em Fundo do Paltos S.A.C. **Materiais e métodos.** O estudo é a aplicação categoria pré - experimental. População e amostra consistiu em 7.200 e 374 caixas de Hass empresa abacates Fundo S.A.C. respectivamente, em que ferramentas de qualidade foi utilizado como o fluxograma, gráfico, Diagrama de Pareto, gráficos de controle, os dados foram processados usando software Excel e Minitab 15, também índices de capacidade de processamento foi determinada para o parâmetros de qualidade de embalagem; Controle Estatístico de Processos foi aplicado tanto no pré-teste e pós-teste. **Resultados.** Por fim, o índice de capacidade aumentou para 0,55 processos ea taxa de produtos defeituosos diminuiu para 12,03%, alcançando melhor embalagem de qualidade Hass abacate. **Conclusão.** Aplicando controle estatístico do processo é conseguido através da melhoria da qualidade da embalagem Hass Company em Fundo do Paltos S.A.C.

*Palavras-chave:* qualidade, controle estatístico, variabilidade, o índice de capacidade do processo.

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú. Stephanyfernanda.21@hotmail.com  
Recibido: 06/08/2016 Aceptado: 01/12/2016

## Introducción

A nivel mundial los cambios tecnológicos, socioculturales y políticos que se experimentan hoy día han ubicado a las empresas en una situación dominada por el efecto de la globalización, donde las fronteras nacionales no son ahora limitante para la competencia que representan las compañías extranjeras; asimismo el entorno se ha dinamizado y los vínculos con los clientes y proveedores se han visto modificados; pues es el cliente quien marca la pauta. El Centro de Desarrollo Industrial indica que en el Perú, en los 80's se comienza a considerar a la calidad como una herramienta de gestión de suma importancia. Así, en 1989 se crea el Comité de Gestión de la Calidad (CGC), que en la actualidad incorpora a 21 organizaciones gremiales y educativas y desde 1991 se organiza la Semana de la Calidad cuyo objetivo es el de promover el desarrollo de la calidad en las empresas peruanas.

Durante los 90's se buscó implementar medidas que insertaran al Perú dentro del comercio internacional; en base a ello se optó por brindar la libre circulación a los bienes nacionales e importados. Lamentablemente debido a que no se establecieron ni los niveles mínimos de calidad, ni el cumplimiento de estándares para determinados productos; el Perú se vio enfrentado al problema de la informalidad y con ello la propagación de productos de baja calidad en los mercados del país.

En los últimos años, las exportaciones agrícolas han tenido una tendencia progresiva en el Perú, alcanzando un crecimiento promedio anual de 14%, generado principalmente por el desarrollo de las exportaciones hortofrutícolas no tradicionales. El aumento de las exportaciones hacia Estados Unidos, el cual es nuestro principal mercado de destino, ha estado apoyado por las preferencias arancelarias otorgadas por EE.UU. a través del ATPDEA. Sólo entre los años 2002-2005, las exportaciones agrarias hacia EE.UU. procedentes de Perú aumentaron en más de 82%.

Fundo Los Paltos S.A.C, es una organización constituida en el año 2006, se encuentra ubicada en Nepeña – Ancash – Perú, y es una empresa agroexportadora dedicada al acondicionamiento y empaque de frutos frescos. En el área de producción se viene trabajando con mucho énfasis para lograr los objetivos, cumpliendo con las fechas y compromisos ya establecidos de los clientes, es por ello que a partir de esto, la presente investigación identificará algunas insuficiencias en el sistema de control de la calidad en el caso de estudio y se definirá propuestas de mejora, enfocándose netamente en los procesos realizados en la línea de empaque de Palta Hass. Asimismo, el presente trabajo se centra principalmente en el análisis y mejoras de la calidad en el proceso de empaque que realiza la empacadora Fundo los Paltos S.A.

El problema se origina al no contar con los controles fundamentales del proceso y no decidirse planear opciones de mejora que hacen que el sistema permanezca estático en un estado no controlado, de hecho, la empresa tiene problemas muy particulares como la variabilidad de sus procesos, presencia de defectos en el producto terminado, errores de calibrado en el producto terminado y otros. Los datos que se obtienen, no tienen un propósito claro e importante, datos que resultan en reportes y registros en espera de que tengan alguna utilidad. A menudo se encuentra en la etapa de producto terminado que las cajas de producto terminado no cumplen con las características especificadas por el cliente desde el empaque hasta las unidades que conforman el producto terminado, lo que indica la necesidad de examinar el lote y en la mayoría de las ocasiones debido a que no se detectó las principales falencias ni controló rápidamente el proceso se debió reprocesar los lotes para que cumpla con las especificaciones deseadas.

Situaciones como las anteriores genera insatisfacción por parte del cliente quien está presente durante el proceso, insatisfacción que va desde retraso de entrega del producto terminado al cliente como pérdidas sustanciales de tiempo para producción; mejoramiento de la calidad es también sinónimo de mejores rendimientos y esto va de la mano con el incremento del consumo de energía eléctrica, mano de obra y afecta tanto la imagen y productividad de la empresa ya que debido a esto los pedidos no se pueden entregar en la fecha y hora en que se estableció, existen devoluciones por parte de los clientes y si nos enfocamos en la parte de la exportación podría suceder en la peor de las circunstancias, la aparición de penalidades por parte del importador quien recepciona el producto fuera de las especificaciones establecidas ya que además de los defectos del producto terminado a la hora de exportar los productos se pueden presentar algunos maltratos y daños en su forma, falta de aire por no estar refrigerados de manera adecuada, aplastamientos y otros problemas, por distribuirlos y empacarlos de forma incorrecta; los cuales acrecientan la posibilidad de que el importador no reciba un producto de buena calidad en su totalidad.

Es raro que se vea un control en el proceso para que posteriormente se obtenga un plan global y se tomen rápidas decisiones de por qué se va a obtener información, cuál es la mejor fuente, cómo, cuándo, quién, dónde, cómo se va a analizar, y qué soluciones se pretenden plantear. Para Fondo los Paltos S.A.C. es importante entonces lograr reducir las dificultades que se presentan en la etapa del empacado para poder dedicar este tiempo y recursos no a los reprocesamientos sino a actividades productivas que generen una mayor cantidad de productos y beneficios para la compañía como lo expreso el jefe de planta y la supervisora de calidad de la empresa. También es de gran importancia la ejecución de este proyecto ya que se ponen en práctica los conocimientos adquiridos en diferentes asignaturas cursadas además de que se adquieren muchos otros de gran valor y utilidad, quedando la satisfacción de que se colaboró a una empresa con la solución a uno de sus complicaciones más críticas.

Ante toda esta problemática presente, se manifiesta la propuesta de que los procesos ya existentes serán analizados para obtener datos, de forma que estos puedan controlarse efectivamente y mejorar la calidad del empacado en la empresa Fondo Los Paltos SAC.

Para sustentar esta tesis en materia de estudio se encontró aportes que le hace referencia como la investigación titulada “Diseño de un modelo de control estadístico para el proceso de espumado en paneles termo acústicos tipo sándwich en la empresa Panelmet SAS” con motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, en el año 2015, Santiago de Cali – Colombia, quien concluye que el control estadístico de procesos es una herramienta útil y dinámica que permite hacer un control eficiente del proceso en tiempo real. El trabajo de campo realizado permitió validar la variabilidad de los procesos y evaluar los efectos de variables sin control estadístico, permitiendo la aplicación de los conceptos aprendidos a lo largo de la carrera, ya que sin procesos estandarizados es probable que el problema vuelva a presentarse cuando nuevas personas (nuevos empleados, transferencias, trabajadores de tiempo parcial) se involucren en el proceso (Mosquera, 2015).

Francisco German Calderón Pozo, “Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de control de la calidad en una empresa que elabora aceites lubricantes automotrices e industriales utilizando herramientas y técnicas de la calidad”, con motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial de la Pontificia Universidad Católica del Perú en la Ciudad de Lima – Perú, diseñó propuestas de mejora para el control de calidad de cada etapa del proceso productivo. Entre estas se tienen gráficos de control, planes de muestreo por atributos, indicadores y el diseño experimental unifactorial. En la tesis propuso herramientas básicas para la mejora de la calidad

en el proceso productivo de la planta en estudio. Sin embargo, en ese entonces todavía fueron puestas en marcha; por tanto, se recomendó su implementación para que luego de un período apropiado de tiempo, se pueda realizar una evaluación de los resultados esperados y así comprobar si fueron realmente efectivos (Calderón, 2014).

Elsy Maguiña García, en su tesis titulada “Control estadístico y medición de estándares de calidad en el área de envasado y mejora de la calidad en la Empresa Conservera La Chimbotana S.A.C. Chimbote, 2014.”, con motivo de optar por el título de Ingeniera Industrial de la Universidad César Vallejo en el año 2014 en la ciudad de Chimbote – Perú, planteó como objetivo general: Determinar la mejora de la calidad con la aplicación del control estadístico en el área de envasado en la empresa Conservera La Chimbotana S.A.C. Con el fin de detectar las causas asignables que afectan el proceso y eliminarlas para que de esta forma se reduzca la variabilidad en el proceso y por consiguiente los artículos defectuosos (Maguiña, 2014).

Esta investigación es de suma importancia para los responsables de las ejecuciones y decisiones que la afectan: la alta gerencia o altos mandos, ya que sus aportaciones pueden contribuir a mejorarlas. También es necesario para los clientes internos y externos porque sus aportes pueden contribuir a que se beneficien más. Es beneficioso para todo el grupo de interés porque contribuirá a incrementar la creación de fuentes de empleo, contribuyendo al desarrollo sostenible generando trabajo para los agricultores de la zona del valle de Nepeña. El presente estudio tiene cuatro objetivos que determinarán una mejora inmediata y delimitarán los alcances de la investigación. La primera de ellas será: Analizar la situación actual de la calidad en el proceso de empacado de palta Hass, seguidamente será aplicar las herramientas de calidad para identificar los defectos en el empacado, después será aplicar el control estadístico de proceso para determinar la calidad del empacado y finalmente establecer medidas correctivas técnicas necesarias para mejorar la calidad de empacado de palta Hass.

### **Materiales y métodos**

Se utilizó la metodología pre experimental de pre y post prueba, el diseño supone tres momentos, primero una medición previa de la variable dependiente a ser estudiada (pre test), luego la aplicación de la variable independiente (Control Estadístico de Procesos) o experimental X a los sujetos Y. Por último realizar una nueva medición de la variable dependiente en los sujetos (post test). Siguiendo el siguiente esquema: (G: O1 –X– O2), Donde: G: Grupo experimental; O1: Pre-Test, datos basados en la medición de la calidad antes del Control Estadístico de Procesos.; X: Estimulo a través del Control Estadístico de Procesos y O2: Post- Test, datos obtenidos con medición de la calidad después del Control Estadístico de Procesos. Teniendo la población que está comprendida por los defectos del producto terminado, en este caso está conformada por un total de 7,200 cajas de palta Hass de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C. y la muestra fue de 374 cajas de palta Hass, a las cuales se le hizo un análisis de calidad de acuerdo a los defectos presentes.

Para la recolección de datos se utilizó el reporte histórico de producción de Palta Hass con el fin de puntualizar el objeto de estudio, a través del diagrama de flujo identificaremos donde se determina la calidad del producto. Se aplicaron las herramientas de la calidad, Diagrama de Ishikawa, gráfico circular; para determinar las causas de los problemas que afectan la calidad del empacado e identificar el/los defectos más frecuentes en esta etapa. Se aplicó el Control Estadístico de Procesos para determinar la calidad del empacado de palta Hass a través de la hoja de control del proceso de palta fresca del Manual de Buenas Prácticas de Manufactura 2016. Se establecieron medidas correctivas necesarias de acuerdo a los resultados obtenidos y se

aplicó el CEP a los nuevos datos recopilados de la hoja de control del proceso de palta fresca del Manual de BPM 2016.

## Resultados

Para realizar el desarrollo de la presente tesis, se analizó la situación actual de la calidad en el proceso de empacado de palta Hass; a continuación se presenta el diagrama de flujo:

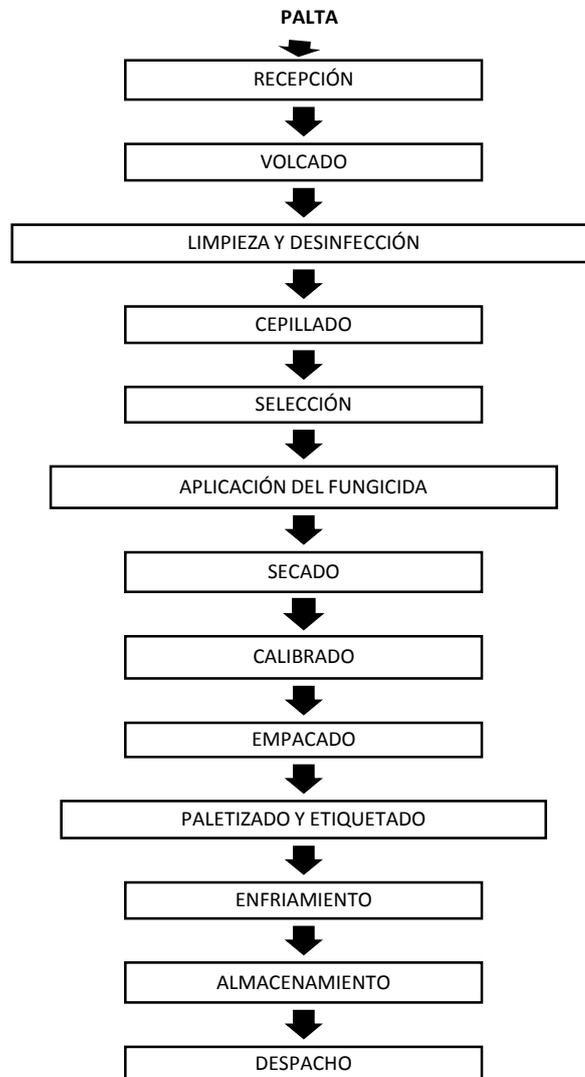


Gráfico 01: Diagrama de flujo del proceso de Palta Hass.

Fuente: Manual de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (Haccp-2016) de la Empresa Fundo Los Paltos SAC

## REPORTE HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN DE PALTA

### TOTAL DE CONTENEDORES CAMPAÑA PALTA 2014:

Habiendo identificado la etapa del proceso donde se aplicará el control estadístico de procesos, se detallan datos históricos de la cantidad total de contenedores despachados por productor en la empresa Fundo Los Paltos SAC, con la finalidad de identificar el productor que tuvo mayor demanda en la campaña de palta 2014 y 2015; y así sea emplearlo como objeto de estudio.

Tabla 01: Total contenedores de palta por productor - 2014

PRODUCTORES	Nº CONTENEDORES
FUNDO LOS PALTOS	62.5
FAITRASA	37
HASS PERU	10
AGRÍCOLA CHAPI	2
FUNDO MI LESLIE	2
SIEMBRA ALTA	2
FRUTOS TROPICALES	1
LA GRAMA	1
<b>Total</b>	<b>117.5</b>

Fuente: Reporte de producción de campaña de palta fresca 2014.

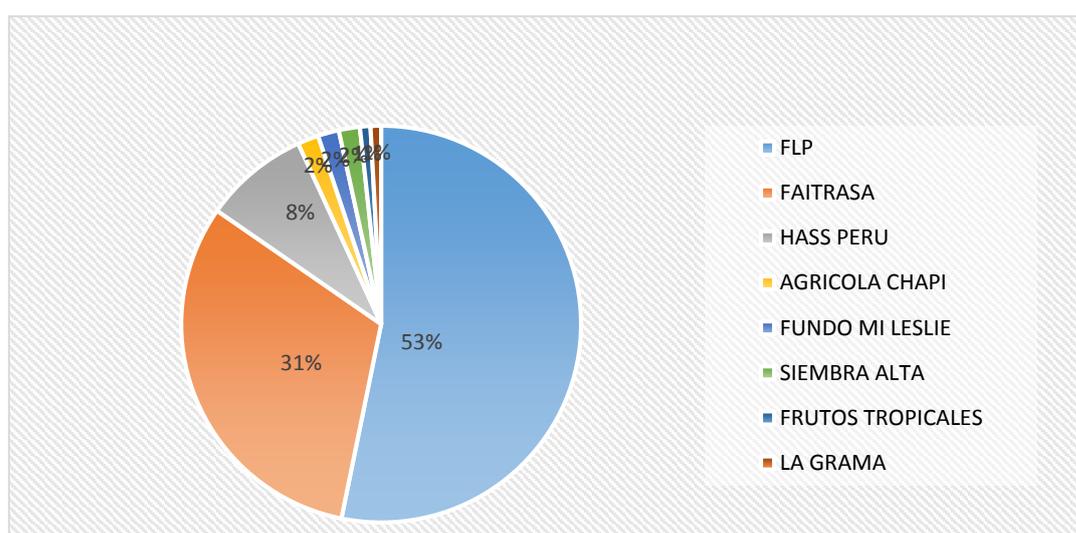


Gráfico 02: Porcentaje de contenedores de palta por productor -2014.

Fuente: Reporte de producción de campaña de palta fresca 2014.

## TOTAL DE CONTENEDORES CAMPAÑA PALTA 2015

Tabla 02: Total contenedores de palta por productor – 2015

PRODUCTORES	Nº CONTENEDORES
Fundo Los Paltos	54
INCAVO	51
FAIRTRASA	22
CMR	1
FUNDO MI LESLIE	1
SUN LAND	4
<b>Total</b>	<b>133</b>

Fuente: Reporte de producción de campaña de palta fresca 2015

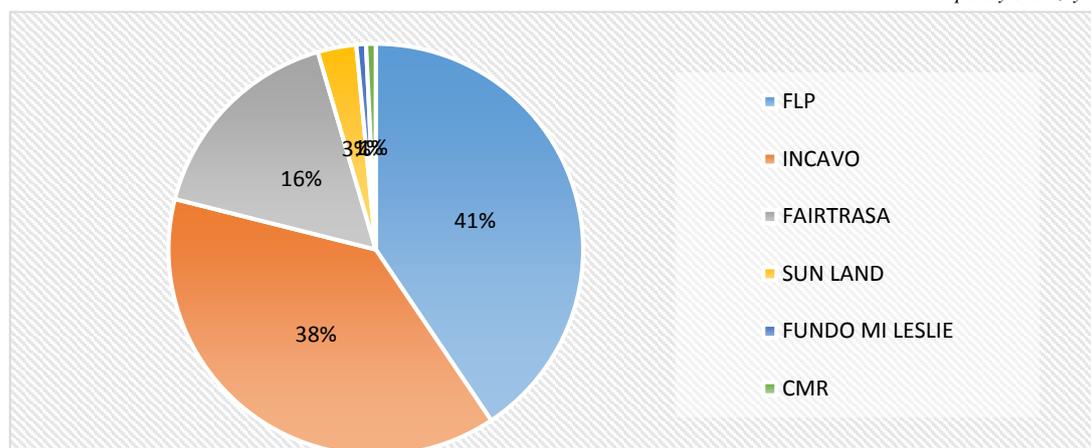


Gráfico 03: Porcentaje de contenedores de palta por productor – 2015.

Fuente: Reporte de producción de campaña de palta fresca 2015

Mediante el análisis histórico de la producción total, durante la campaña de palta fresca 2014 y 2015, en la empresa Fundo los Paltos SAC, se identificó que la mayor cantidad de contenedores demandado fue por el productor FLP, ya que durante la campaña 2014, el productor FLP supera a los demás productores con un 53% y durante la campaña 2015 el máximo porcentaje de contenedores también pertenece al productor FLP, y este equivale al 41%. (Ver Gráfico 04 y 05), por lo tanto la presente investigación usará como objeto de estudio al producto de Fundo Los Paltos.

#### IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS Y CAUSAS EN LA ETAPA DE EMPACADO DE PALTA HASS

##### REGISTRO DE PRODUCTO TERMINADO SEGÚN DEFECTOS

Después de ubicar la etapa de empacado y posteriormente el productor que será objeto de estudio, se realizó el registro de producto terminado según defectos del productor Fundo Los Paltos, con la finalidad de identificar los defectos mayores que atacan en la etapa de empacado.

Tabla 03: Cantidad y porcentaje de cajas con defectos en la etapa de empacado.

DEFECTOS	NÚMERO CAJAS CON DEFECTOS	%	% ACUMULADO
Variabilidad de pesos	2120	80.49%	80.49%
Frutos dañados	200	7.59%	88.08%
Frutos de diferente calibre	148	5.62%	93.70%
Caja con frutos incompletos	88	3.34%	97.04%
Mal etiquetado de PLU	27	1.03%	98.06%
Cajas en mal estado	20	0.76%	98.82%
Caja de diferente tamaño	15	0.57%	99.39%
Suciedad en la fruta	11	0.42%	99.81%
Presencia de materiales extraños	5	0.19%	100.00%
TOTAL	2634.00	100%	

Fuente: Elaboración propia

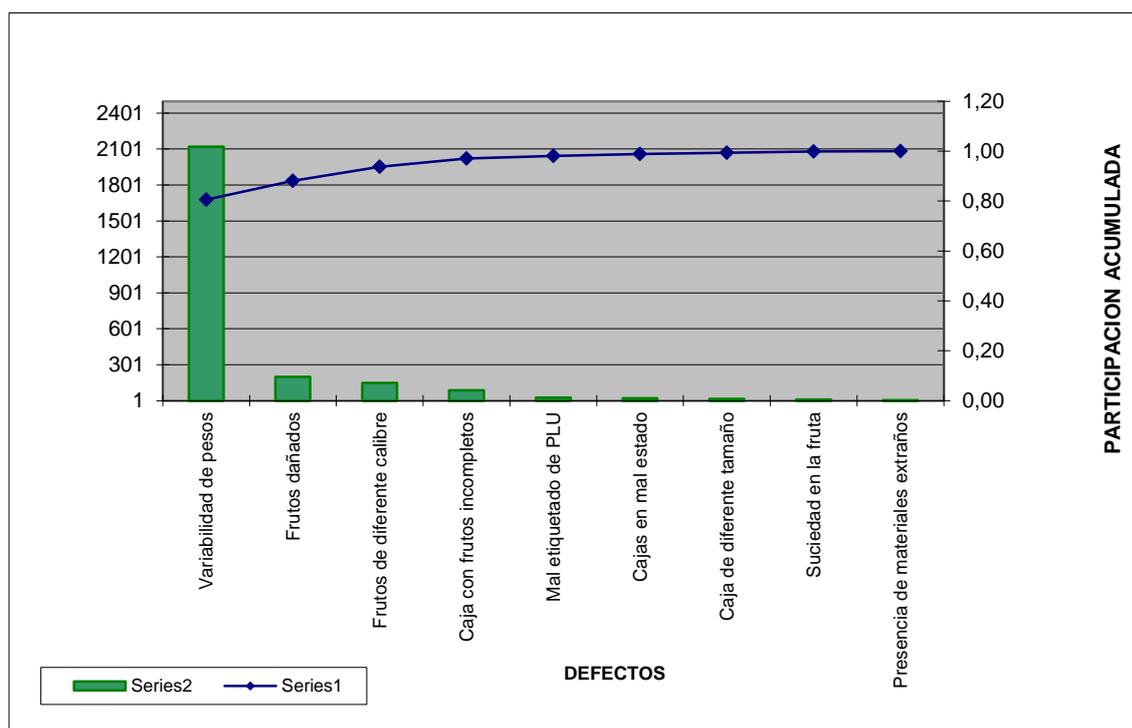


Gráfico 04: Diagrama de Pareto de los tipos de errores en la etapa de empacado.

Fuente: Elaboración propia

Se analizó la cantidad de producto terminado según defectos, dando como resultado que el error más frecuente que presentan las cajas de palta Hass es la “variabilidad de pesos” ya que comprende el mayor porcentaje de errores (Ver Tabla 07). En el gráfico de Pareto (Ver Gráfico 06) se observa que un 20% de los defectos en la etapa de empacado representa aproximadamente un 80% de la cantidad de cajas defectuosas.

### EVALUACIÓN DE CAUSAS DE PROBLEMAS EN LA ETAPA DE EMPACADO

Para lograr identificar las causas de los problemas en la etapa de empacado de palta Hass, se utilizó la matriz de evaluación de causas y posteriormente se llevó esta información a la herramienta de calidad “Espina Ishikawa” con la finalidad de identificar las principales causas que afectan la calidad del empacado.

Tabla 04: Matriz de evaluación de causas y sub causas

PROBLEMA	EFECTO	CAUSA	SUBCAUSAS
Variabilidad de pesos	Mala calidad del empacado	Método empleado	Falta de análisis de datos: falta sistematizar el procesamiento de datos, acumulación de datos sin uso
Variabilidad de pesos	Mala calidad del empacado	Método empleado	Falta de asignación de supervisores, proceso de trabajo inadecuado, falta de control de proceso, ausencia de programa de capacitación.
Variabilidad de pesos	Mala calidad del empacado	Máquina y equipo empleado	Balanzas en mal estado: balanzas sin rotular, balanzas sin calibrar, balanzas descompuestas.

Variabilidad de pesos	Mala calidad del empackado	Máquina y equipo empleado	Mantenimiento incorrecto, calibradora fuera de control, falta de software en calibradora.
Variabilidad de pesos	Mala calidad del empackado	Mano de obra	Personal con falta de interés: exceso de confianza, personal desmotivado, trabajo bajo presión.
variabilidad de pesos	mala calidad del empackado	Mano de obra	Falta de capacitación, falta de supervisión, personal inexperto.

Fuente: Elaboración propia.

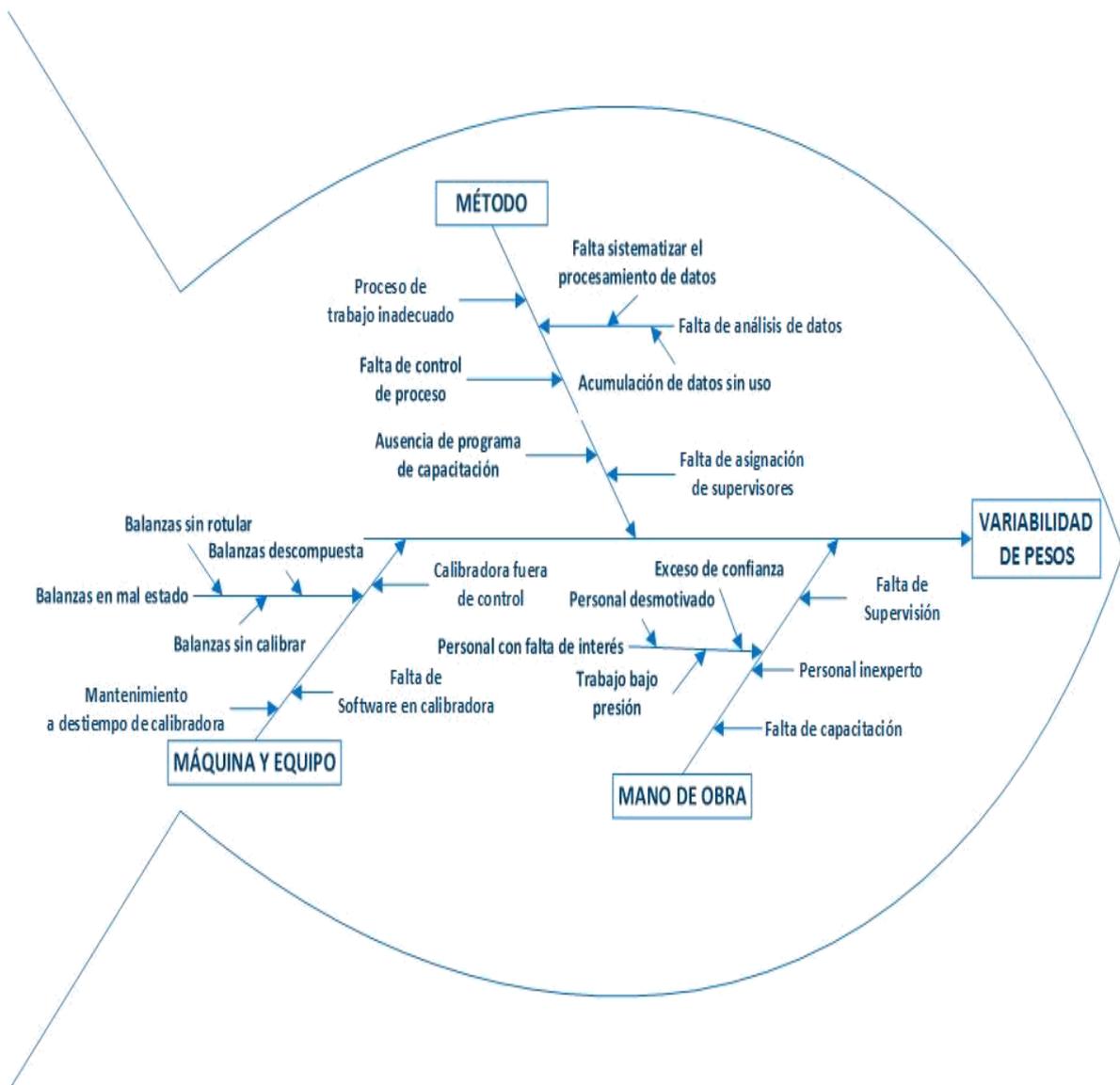


Gráfico 05: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó la espina de Ishikawa para identificar las causas que provocan el defecto principal “variabilidad de pesos” en el área de empackado de palta Hass, solucionando la causa principal, se solucionará por ende las causas secundarias, las cuales tendrán que ser sometidas a

correcciones inmediatas cuando se encuentre variación del proceso mediante la aplicación del Control Estadístico de Procesos.

### CALIDAD DE EMPACADO DE PALTA HASS ANTES DE LA APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DURANTE EL PROCESO

Se aplicará el control estadístico a la muestra seleccionada, lo cual representa un porcentaje de la población total, los datos aplicados provienen de los formatos de control de proceso de palta fresca de la campaña de palta 2015. A continuación se detalla los parámetros de calidad de empacado que exige el cliente al productor Fundo Los Paltos.

Tabla 05: Parámetros de calidad de empacado para la variedad Hass destinada a USA por Fundo Los Paltos.

Características Generales	
Tipo de fruta	Palta Hass - Orgánico
Presentación Caja	Cartón 4kg
Peso Neto (En Línea)	4.10 - 4.20 Kg

Fuente: Especificaciones del producto terminado - Fundo Los Paltos.

### CONTROL DEL PESO DE CAJAS DE PALTA FRESCA

Se analizó el control de peso de palta Hass de dichas muestras, con sus respectivos gráficos de control. Así mismo se registró los datos de los formatos de proceso de palta Hass (Ver Tabla 06). Luego se procesaron los datos en el software Minitab 15 y obtuvieron las cartas de control (Ver Gráfico 06) con el Software Minitab se calculó el índice de capacidad de proceso Cp y Cpk (Ver Tabla 07).

Tabla 06: Control de peso de caja de palta Hass durante la campaña 2015

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	4.90	4.14	4.20	4.44	4.87	4.44	4.16	4.14	4.60	4.96	4.20	4.13	4.90	4.14	4.20	4.44	4.87	4.44	4.16	4.44	4.87	4.44
2	4.25	4.22	4.29	4.19	4.05	4.19	4.17	4.15	4.22	3.26	4.15	4.39	4.25	4.22	4.29	4.19	4.05	4.19	4.17	4.19	4.05	4.19
3	4.10	4.08	4.29	4.13	4.18	4.13	4.81	4.25	4.19	4.77	4.77	4.19	4.10	4.08	4.29	4.13	4.18	4.13	4.81	4.13	4.18	4.13
4	4.08	4.05	3.32	4.50	3.23	3.76	4.21	3.95	4.67	4.07	4.29	3.84	4.08	4.05	3.32	4.50	3.23	3.76	4.21	4.50	3.23	3.76
5	4.20	4.13	4.14	4.11	4.16	4.14	3.79	4.13	3.86	3.66	4.10	4.13	4.20	4.13	4.14	4.11	4.16	4.14	3.79	4.11	4.16	4.14
6	4.25	4.28	4.18	4.36	4.09	4.33	4.15	4.57	4.21	4.29	4.17	4.21	4.25	4.28	4.18	4.36	4.09	4.33	4.15	4.36	4.09	4.33
7	4.10	4.21	4.14	4.23	4.29	4.15	4.20	3.07	4.20	3.28	4.16	4.15	4.10	4.21	4.14	4.23	4.29	4.15	4.20	4.23	4.29	4.15
8	4.08	4.14	4.16	4.17	4.30	4.27	4.19	4.01	4.09	4.33	4.15	4.36	4.08	4.14	4.16	4.17	4.30	4.27	4.19	4.17	4.30	4.27
9	4.15	4.57	4.21	4.29	4.17	4.21	4.20	4.36	4.13	4.81	4.13	4.18	4.13	4.57	4.21	4.29	4.17	4.21	4.20	4.29	4.17	4.21
10	4.27	3.07	4.30	3.28	4.16	4.15	4.30	4.23	3.76	4.21	4.50	3.23	3.76	3.07	4.30	3.28	4.16	4.15	4.30	3.28	4.16	4.15
11	4.11	4.19	4.11	4.26	4.09	4.17	4.27	4.27	4.26	4.09	4.17	4.12	4.11	4.19	4.11	4.26	4.09	4.17	4.27	4.26	4.09	4.17
12	4.49	4.53	4.20	4.58	4.78	4.53	4.07	4.49	4.53	4.20	4.58	4.78	4.49	4.53	4.20	4.58	4.78	4.53	4.07	4.58	4.78	4.53
13	3.29	4.12	3.70	3.90	3.60	4.11	4.18	3.29	4.12	3.70	3.90	3.60	3.29	4.12	3.70	3.90	3.60	4.11	4.18	3.90	3.60	4.11
14	4.08	4.35	3.93	4.18	4.16	3.85	4.28	4.08	4.35	3.93	4.18	4.16	4.08	4.35	3.93	4.18	4.16	3.85	4.28	4.18	4.16	3.85
15	3.59	4.10	4.20	4.10	3.76	4.10	4.19	3.59	4.10	4.20	4.10	3.76	3.59	4.10	4.20	4.10	3.76	4.10	4.19	4.10	3.76	4.10
16	4.19	3.92	4.19	3.92	4.14	4.29	4.72	4.19	3.92	4.19	3.92	4.14	4.19	3.92	4.19	3.92	4.14	4.29	4.72	3.92	4.14	4.29
17	4.11	4.19	4.11	4.26	4.09	4.17	3.78	4.11	4.19	4.11	4.26	4.09	4.11	4.19	4.11	4.26	4.09	4.17	3.78	4.26	4.09	4.17

Fuente: Extraído del formato de Control de Procesos de palta Hass 2015 del Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C.

**ÍNDICE DE CAPACIDAD REAL Y DE PROCESO DE EMPACADO DE CAJAS DE PALTA FRESCA:**

Tabla 07: Índice de Capacidad de Proceso del Peso – Pre test

ÍNDICE DE CAPACIDAD DE PROCESO	
$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$	= <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0.07</span>
$C_{pk} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$	= <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0.06</span>

Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 09 - Elaboración propia mediante el software Minitab 15.

Se observa en la Tabla 06, que el índice de capacidad de proceso no cumple con las especificaciones, el proceso está produciendo cajas de palta Hass fuera de las especificaciones, dado que Cp. (0.07) es menor que 1.33. Así mismo, la capacidad real del proceso tampoco cumple con las especificaciones de la calidad de la conserva puesto que Cpk (0,06) es menor que 1.

**ÍNDICE DE VARIABILIDAD A TRAVÉS DE LAS CARTAS DE CONTROL – PRE TEST:**

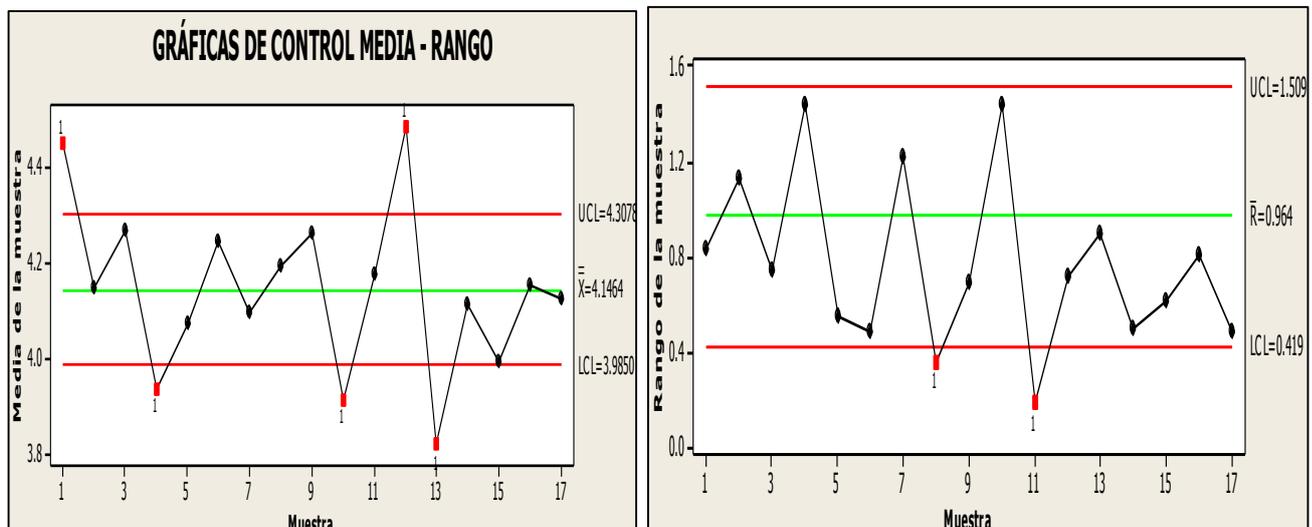


Gráfico 06: Gráficas de Control de la Media y Rango de la muestra del Peso antes del CEP.  
Fuente: Datos obtenidos de la tabla 09 - Elaboración propia mediante el software Minitab 15.

Se observa que en el Gráfico de control de media de la muestra (Gráfico 06), el punto 1 y 12 tienen un alto índice de variabilidad, supera el LS de 4.3078; y los puntos 4, 10, 13 salen del límite inferior de 3.9850. Se observa en el rango de la muestra (Gráfico 06), que los puntos 8 y 11 se ha detectado una amplitud de la variación del proceso, tienen tendencia a salir del límite inferior de 0.419.

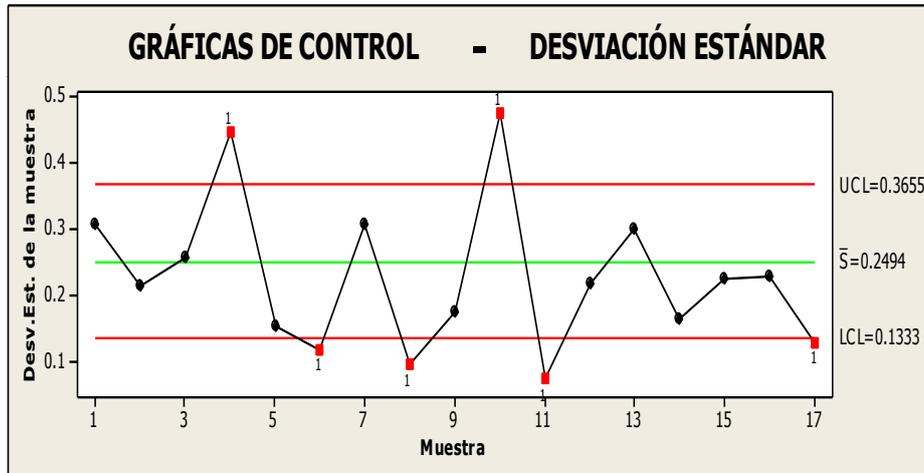


Gráfico 07: Control de la Media y Desviación Estándar de la muestra del Peso antes de CEP  
 Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 06 - Elaboración propia mediante el software Minitab 15.

En la carta de control de desviación estándar de la muestra de pesos (Gráfico 07), el nivel de variabilidad es 0.2494. Dicho grafico indica que los puntos 4, 6, 8, 10, 11 y 17 estuvieron fuera de control, ya que sobrepasan los límites (0.3655 y 0.1333).

**ÍNDICE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS:**

Se calculó el índice de productos defectuosos, considerando productos defectuosos a las cajas de palta Hass (PT) con variabilidad de pesos, ya que es el defecto que tiene mayor influencia en la calidad del empacado.

Tabla 08: Índice de Productos defectuosos – Pre test.

<b>ÍNDICE DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS</b>	
$\frac{N^{\circ} \text{ de productos defectuosos}}{N^{\circ} \text{ total de productos}} \times 100 =$	<b>58.29%</b>

Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 06 - Elaboración propia.

El índice de productos defectuosos del pre test realizado, sin aplicar el control estadístico durante el proceso de empacado de palta Hass, resultó el 58.29% lo cual indica que más de la mitad de los datos analizados son productos defectuosos que no cumplen con la calidad requerida.

A fin de comprobar las mejoras se cuantificó el Cp y Cpk posterior a la aplicación del Control estadístico durante el proceso de empacado de palta Hass:

Tabla 09: Comparación  $C_p$  y  $C_{pk}$  antes y después de la aplicación del control estadístico de procesos

	Índice de Capacidad	ANTES	DESPUÉS
		CONTROL ESTADÍSTICO Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD	CONTROL ESTADÍSTICO Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD
Peso	$C_p$	0.07	0.55
	$C_{pk}$	0.06	0.55

Fuente: Elaboración propia mediante el software Minitab 15.

Tabla 10: Comparación del índice de productos defectuosos antes y después de la aplicación del control estadístico de procesos

	Índice de productos defectuosos	ANTES	DESPUÉS
		MEDICIÓN DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS	MEDICIÓN DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS
Peso	%	58.29%	12.03%

Fuente: Datos obtenidos de la Tabla 15 - Elaboración propia.

Se observa (Tabla 09) el  $C_p$  y  $C_{pk}$  del antes y después de la aplicación del CEP, donde se incrementó el  $C_p$  inicial de 0.07 a 0.55, y el  $C_{pk}$  inicial de 0.06 a 0.05; así también se observa (Tabla 10) el índice de productos defectuosos del antes y después de la aplicación del CEP, donde disminuyó el porcentaje inicial de 58.29% a 12.03%. Es decir la aplicación de Control Estadístico de procesos logró mejorar la calidad de empaçado de palta.

## ANÁLISIS DE TÉCNICA PERT PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL EMPACADO CON LA CAPACITACIÓN AL PERSONAL EN LA EMPRESA FUNDO LOS PALTOS S.A.C.

Tabla 11: Actividades para la implementación y capacitación del personal en el uso de las cartas de control

	ACTIVIDAD	PREDECE SORA	TIEMPO OPTIMIST A(a)	TIEMPO MAS PROBABL E (m)	TIEMPO PESIMISTA(b)	TIEM PO ESPE RAD O
1	Afianzamiento en BPM a trabajadores encargados del proceso.	NO APLICA	4	5	7	5.2
2	Definición de características críticas y relevantes en el proceso.	1	4	6	8	6.0
3	Determinar la característica a controlar.	2	2	3	5	3.2
4	Adaptación y documentación del sistema de recolección de datos - MySQL	3	4	5	6	5.0
5	Adaptación de tolerancias permitidas.	4	2	3	4	3.0
6	Diseño y documentación del equipo de inspección.	3	5	6	8	6.2
7	Identificar el proceso al cual se implementará las cartas de control.	5,10	3	5	7	5.0
8	Tomar acciones para corregir errores y mejorar el proceso, con la aplicación de cartas de control.	6,7	4	5	6	5.0
9	Reforzar a los responsables en la aplicación del software ODBC para la transmisión de datos.	8	7	7	9	7.3
10	Adaptación del programa Minitab y seleccionar la carta de control adecuada	5	5	6	8	6.2

11	Desarrollo de estrategias para el involucramiento de la alta gerencia y proveedores.	9	4	6	8	6.0
12	Diseño de constantes auditorías al sistema implantado.	10	6	8	11	8.2

Fuente: Elaboración propia, tiempos tomados de la empresa Fundo Los Paltos S.A.C.

Se observa (Tabla 11) las actividades programadas para realizar la capacitación al personal cada inicio de campaña de palta en la Empresa Fundo Los Paltos S.A.C. Las 12 actividades serán analizadas mediante la Técnica Pert con la finalidad del buen manejo del Control Estadístico de procesos.

10-28-2016 23:10:19	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	Yes	5,1667	0	5,1667	0	5,1667	0	3-Time estimate	0,5
2	B	Yes	6	5,1667	11,1667	5,1667	11,1667	0	3-Time estimate	0,6667
3	C	Yes	3,1667	11,1667	14,3333	11,1667	14,3333	0	3-Time estimate	0,5
4	D	Yes	5	14,3333	19,3333	14,3333	19,3333	0	3-Time estimate	0,3333
5	E	Yes	3	19,3333	22,3333	19,3333	22,3333	0	3-Time estimate	0,3333
6	F	no	6,1667	14,3333	20,5	26,3333	32,5	12	3-Time estimate	0,5
7	G	Yes	4	28,5	32,5	28,5	32,5	0	3-Time estimate	0,3333
8	H	Yes	5	32,5	37,5	32,5	37,5	0	3-Time estimate	0,3333
9	I	Yes	5,8333	37,5	43,3333	37,5	43,3333	0	3-Time estimate	0,5
10	J	Yes	6,1667	22,3333	28,5	22,3333	28,5	0	3-Time estimate	0,5
11	K	Yes	6,6667	43,3333	50	43,3333	50	0	3-Time estimate	0,6667
12	L	no	5,8333	28,5	34,3333	44,1667	50	15,6667	3-Time estimate	0,5
	Project Completion	Time	=	50	DAYs					

Gráfico 08: Análisis de las actividades para la implementación y capacitación del personal en el uso de las cartas de control

Fuente: Software WinQSB Server.

Como resultado del análisis de técnica Pert (Gráfico08), se observa que la implementación de las cartas de control durará 50 días según el orden de las actividades. La desviación estándar del proyecto indica que el proyecto tiene una tolerancia de 4.67 días para el desarrollo del mismo.

## Discusión

Maguiña (2014) en su tesis titulada “Control estadístico y medición de estándares de calidad en el área de envasado y mejora de la calidad en la empresa Conservera La Chimbotana S.A.C. Chimbote, 2014.”, con motivo de optar por el título de Ingeniera Industrial de la Universidad César Vallejo en el año 2014 en la ciudad de Chimbote – Perú, planteó como objetivo general, Determinar la mejora de la calidad con la aplicación del control estadístico en el área de envasado en la empresa Conservera La Chimbotana S.A.C. con el fin de detectar las causas asignables que afectan el proceso y eliminarlas para que de esta forma se reduzca la variabilidad en el proceso y por consiguiente los artículos defectuosos.

A través de esta investigación la autora llegó a la conclusión que mediante la aplicación del CEP - Control Estadístico de Procesos aplicado a los procesos afectados por las características de calidad críticas, mejora la productividad de la compañía disminuyendo sus productos defectuosos y mejorando la calidad del producto terminado y también logrando mejorar la satisfacción del cliente<sup>32</sup>. Se siguió la misma metodología para el desarrollo de la investigación

logrando cumplir con el objetivo principal y todos los objetivos específicos propuestos en la presente investigación, al igual que la autora, la presente investigación logró que el índice de productos defectuosos del post test realizado después de aplicar el control estadístico, durante el proceso de empacado de palta Hass, disminuyó de 58.29% a 12.03%, lo que indica que al disminuir el índice de productos defectuosos, la calidad aumentó y se logró producir productos óptimos como también la autora Maguiña lo manifiesta en su tesis.

El autor Estrada (2007) es muy explícito al decir cuando se encuentra los puntos críticos de control, y posteriormente realizar cambios que incrementen la productividad. Como se observó en la investigación, primero se determinó el objeto de estudio y las fases del proceso para encontrar la etapa que determina la calidad del producto, el porcentaje de defectos frecuentes, luego se aplicó el control estadístico de procesos, y posteriormente obteniendo una mejora, cumpliendo con las especificaciones dadas por la empresa.

Alegría (2014) en su tesis titulada “Diseño de un modelo de control estadístico para el proceso de espumado en paneles termo acústicos tipo sándwich en la empresa Panelmet SAS” con motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, en el año 2015 Santiago de Cali – Colombia, quien concluye que el control estadístico de procesos es una herramienta útil y dinámica que permite hacer un control eficiente del proceso en tiempo real. El trabajo de campo realizado permitió validar la variabilidad de los procesos y evaluar los efectos de variables sin control estadístico, permitiendo la aplicación de los conceptos aprendidos a lo largo de la carrera, ya que sin procesos estandarizados es probable que el problema vuelva a presentarse cuando nuevas personas (nuevos empleados, transferencias, trabajadores de tiempo parcial) se involucren en el proceso.

Lo descrito por Mosquera (2015) se corrobora en el desarrollo del trabajo de investigación el control estadístico de procesos ya que mejora el índice de capacidad real del procesos de empacado de palta Hass aumentó su Cpk inicial de 0.06 a 0.55, es decir se está produciendo cajas de palta Hass que cumplen con los parámetros de calidad. También se afirma que menciona el autor, que se requiere el compromiso por parte de todos los colaboradores de la organización para lograr el objetivo, no solo basta con capacitaciones en esta implementación sino compromiso y mejora continua, pues como lo menciona, la estandarización no se logra solamente con documentos pues los estándares deben convertirse en parte de la cultura y de los hábitos de todos los trabajadores. Se requiere educación y entrenamiento para proporcionarles el conocimiento y las técnicas para implementar todo lo relacionado con el proceso de estandarización.

Gómez (2010) en su tesis presenta el trabajo de investigación titulado: “Control estadístico del proceso bajo la metodología seis sigma aplicado en el proceso de beneficio de bovinos de frigorífico Vijagual S.A”, con motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga – Colombia. Se planteó como objetivo general Implementar el Control Estadístico en el proceso de beneficio de bovinos de la empresa Frigorífico Vijagual S.A basado en la metodología seis sigma buscando que el personal relacionado con el proceso logre conocer el comportamiento real de las operaciones y adoptar criterios que le permitan identificar y controlar las variaciones y eliminar sus fuentes .

## **Conclusiones**

Lo descrito por Gómez (2010), es corroborado en el presente trabajo de investigación, al implantar las gráficas de control en producción es realmente interesante su aplicación, ya que en

producción se trabaja siempre con especificaciones es decir con parámetros según HACCP de la empresa, de modo que si el proceso se encuentra dentro de estos parámetros, se está desarrollando bien el proceso y este se encuentra bajo control estadístico; al introducir las gráficas de control es un indicador para que el trabajador se esfuerce y pueda desarrollar su trabajo adecuadamente, porque mediante estos parámetros sabe que está realizando un buen trabajo y por ende vamos a obtener una producción de cajas de palta de calidad, lo que reducirán los costos por reproceso, se ahorra insumos, materiales, energía, y materia prima que muchas veces se desperdicia por el mal empacado de palta Hass.

### Referencias bibliográficas

- Alegría Calderón, F. (2014). “Diagnóstico y Propuesta de Mejora del proceso de control de la calidad en una empresa que elabora aceites lubricantes automotrices e industriales utilizando herramientas y técnicas de la calidad” Título profesional de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.
- Estrada, C. E. (2007). *Implementación de un programa de control estadístico de la calidad en una empresa dedicada al ensamble de computadoras*. Título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- García, J. (2016). Las siete herramientas de la calidad. Diagrama de flujo. [En línea] [Consulta: 19 de Abril 2016]. Disponible en web: <https://jesusgarciaj.com/2010/01/11/las-siete-herramientas-de-la-calidad-diagrama-de-flujo/>
- Gómez, A. (2010). “Control estadístico del proceso bajo la metodología seis sigma aplicado en el proceso de beneficio de bovinos de frigorífico Vijagual S.A”.
- Maguiña, E. (2014). “Control estadístico y medición de estándares de calidad en el Área de Envasado y mejora de la calidad en la Empresa Conservera La Chimbotana S.A.C.” Título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad César Vallejo. Chimbote – Perú.
- Mosquera, H. (2015). “Diseño de un modelo de control estadístico para el proceso de espumado en paneles termo acústicos tipo sándwich en la empresa Panelmet SAS” Título de Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali – Colombia.